



EL USO DE LOS IMPULSOS DE ENTRENAMIENTO (TRIMPS) PARA CUANTIFICAR LA CARGA DE ENTRENAMIENTO EN SITUACIONES REDUCIDAS EN BALONMANO

The use of TRIMPS to quantify training load in small-sided games in handball

Manuel Alejandro Ortega-Becerra, José Antonio Asián-Clemente, Carlos López-Adarve

Recibido: 07/02/2016

Aceptado: 14/04/2016

Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. España.

Correspondencia:

Manuel Alejandro Ortega-Becerra

Facultad del Deporte, Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. España.

Mail: maortbec@upo.es

Resumen

El objetivo de este estudio fue examinar la carga interna que supone la utilización mediante un parámetro único que engloba los dos componentes básicos de la carga de entrenamiento, volumen, en forma de minutos, e intensidad que a través del porcentaje de la frecuencia cardíaca (FC) como exigencia fisiológica, para así determinar las exigencias físicas a las que están sometidos los jugadores de balonmano en situaciones reducidas de juego en función de la duración de la misma. Los sujetos participaron en tres formatos: un formato continuo de 8 minutos y dos formatos intermitentes fraccionados (2 periodos de 4 minutos y 4 periodos de 2 minutos) con la misma relación trabajo/descanso de recuperación pasiva entre los diferentes periodos (1:1/4). 12 jugadores (edad 22.82 ± 4.77 años) pertenecientes a un mismo equipo participaron en este estudio. Los sujetos fueron evaluados para valorar la frecuencia cardíaca en los tres formatos. Los resultados presentaron que existen diferencias significativas entre los formatos, siendo el formato continuo el que mayor valor de intensidad mostró. La evidencia sugiere que el formato continuo SSG propuesto induce mayores cargas internas (TRIMPS) en comparación con el formato SSG intermitente.

Palabras Clave: Carga interna; frecuencia cardíaca; juego reducido

Abstract

The aim of this study was to examine the internal load of use by a single parameter which includes the two basic components of the training load, volume, in the form of minutes, and intensity by the percentage of heart rate (HR), to determine the physical stresses to which are subject the reduced handball players in small-sided games. Subjects participated in three formats: a continuous format 8 minutes and 2 formats fractionated (2 periods of 4 minutes and 4 periods of 2 minutes) with the same ratio of work / rest of passive recovery between different periods (1: 1 / 4). 12 male players (age 22.82 ± 4.77 years) belonging to the same team in the league participated in this study. Subjects were evaluated to assess the heart rate in the three formats. The results showed significant differences between formats, with the biggest beneficiary to continuous format, which seems the most appropriate format to meet the demands of handball. Evidence suggests that continuous format SSG induce greater internal loads in players compared to intermittent SSG format and that should help coaches to establish a better distribution of play according to their objectives.

Key Words: Internal load; heart rate; small-sided game

Introducción

El balonmano, es un deporte de equipo caracterizado por acciones explosivas de alta intensidad que se producen en cortos periodos de tiempo tales como carreras, saltos, lanzamientos y confrontaciones físicas, que están intercalados con periodos de baja intensidad en los que se realizan actividades como estar de pie, caminar o correr a baja intensidad (Gorostiaga, Granados, Ibañez, González-Badillo, & Izquierdo, 2006; Michalsik, Aagaard, & Madsen, 2013; Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2014). Según esto, en cuanto a las demandas físicas que exige el balonmano a los jugadores, es necesario que éstos presenten altos niveles de fuerza muscular y un alto grado de consumo máximo de oxígeno para facilitar los procesos de recuperación en los momentos de juego de baja intensidad o descanso de la fatiga acumulada durante las acciones de alta intensidad (Aguilar-Martínez, Chiroso, Martín, Chiroso & Cuadrado-Reyes, 2012; Granados, Izquierdo, Ibañez, Ruesta, & Gorostiaga, 2013).

Además de lo expuesto, otro factor a tener en cuenta es la gran cantidad de gestos y movimientos tanto cíclicos como acíclicos, y la variabilidad de los tiempos de descanso, en ocasiones muy cortos, lo implica que sea un deporte con importantes demandas de resistencia anaeróbica, por lo tanto conocer las exigencias fisiológicas del juego es esencial para el diseño de entrenamientos específicos (Karcher & Buchheit, 2014). Lo que indica que la orientación del entrenamiento físico, debería centrarse en la fase de alta intensidad, que aunque sea la de menor volumen durante la competición (30 % del tiempo de juego , Karcher & Buchheit, 2014), es determinante y marcará el rendimiento tanto individual como colectivo.

Para el diseño de las tareas específicas de entrenamiento una de las formas de trabajo más utilizadas para incidir sobre los aspectos mencionados en el anterior punto, es el empleo de situaciones de juego reducido (SSG). Los SSG son formas de entrenamiento para mejorar la condición física, habilidades técnicas y de toma de decisiones, donde incluso, se puede conseguir una mejora del aspecto táctico (Folgado, Lemmink, Frencken, & Sampaio, 2014). En los SSG entran en juego una gran cantidad variables que modificaran la carga de entrenamiento, como puede ser la zona de juego, ya sea para hacerla más grande o más pequeña, los números de jugadores, el estímulo que emita el entrenador, el régimen o formato de entrenamiento (continuo vs intermitente fraccionado), las normas y el uso de porteros (Stephen V. Hill-Haas, Dawson, Impellizzeri, & Coutts, 2011) que permiten adaptar la tarea a los objetivos fijados para alcanzar el rendimiento.

La principal razón para la utilización de esta tipología de entrenamientos de juego reducido es por la posibilidad que ofrecen de integrar el entrenamiento condicional con aspectos tácticos en condiciones similares al juego en comparación con el entrenamiento genérico, lo que nos permite mejorar además del rendimiento físico, los factores técnico-tácticos (Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi, & Chamari, 2014). En esta línea, algunas investigaciones han demostrado que los juegos reducidos son igualmente eficaces en la mejora de la capacidad aeróbica como ejercicios interválicos que se ejecutan a una intensidad de 90-95% de la frecuencia cardíaca máxima (Impellizzeri et al., 2006).

Entre las variables que se pueden manipular dentro de los juegos reducidos, es la duración de la tarea y su distribución temporal, la que permite aplicar distintos formatos de trabajo, continuos o fraccionados. En la literatura se pueden encontraros varios estudios donde el tiempo es la principal variable modificada como el presentado por Hill-Haas, Rowsell, Dawson, & Coutts (2009) o el estudio de Casamichana, Castellano, & Dellal (2013) en los que estudian el efecto de tres formatos distintos de distribución del

tiempo, uno continuo, un intermitente largo y otro intermitente corto, llegando a la conclusión que el formato continuo induce mayores cargas físicas en los jugadores que los formatos intermitentes.

De las investigaciones centradas en las situaciones de juego reducido como programa de entrenamiento en balonmano se pueden destacar los trabajos de Buchheit et al. (2009) y de Iacono, Eliakim, & Meckel (2015) que demuestran que las SSG son eficaces en el desarrollo de la aptitud física de los jugadores de balonmano, e incluso preferible a los entrenamientos de alta intensidad (HIIT), ya que presenta una amplia especificidad dentro de su desarrollo, aunque las SSG son consideradas como el método de entrenamiento preferido debido a su especificidad e inclusión de elementos y acciones específicas de balonmano.

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de programar entrenamientos basados en las SSG es la necesidad de cuantificar la carga interna que estos entrenamientos suponen para los jugadores. Una posibilidad para esto es la utilización de los impulsos de entrenamiento (TRIMPS). Banister (1991) propuso un método de cuantificación de una sesión de entrenamiento en una "dosis" (unidad de esfuerzo físico). Sugirió un parámetro único que engloba los dos componentes básicos de la carga de entrenamiento, volumen, en forma de minutos, e intensidad determinado a partir de la exigencia fisiológica. Para el cálculo de los TRIMPS encontramos hasta tres metodologías diferentes basadas en lo siguiente (FC es la frecuencia cardíaca; VT es el umbral ventilatorio; FCres es la frecuencia cardíaca en reposo y FCmáx es la frecuencia cardíaca máxima):

- FC de Umbrales. Se establecen tres fases. FASE I: Antes VT1/ FASE II: Entre VT1 y VT2/ FASE III: Por encima VT2 (Earnest et al., 2004).
- FC y Lactato. $TRIMPS = \min \cdot (\%FC_{res}) \cdot e^{b(\%FC_{res})}$ (Banister, E. W. 1991).
- % FCmáx. Diferenciamos 5 fases desde el 50% al 100% FCmáx (Edwards, S., 1993).

Después de revisar la literatura referente a los TRIMPS, no se ha encontrado ninguna referencia que cuantifique la carga interna que supone para el jugador el entrenamiento mediante TRIMPS en balonmano, es por esta razón que consideramos que este estudio podrá aportar una información desconocida hasta el momento y será de gran aplicabilidad en el entrenamiento en balonmano.

Los objetivos de este estudio son: i) determinar la carga interna que supone la utilización de diferentes formatos de situaciones reducidas de juego para el entrenamiento de la resistencia específica en balonmano mediante la cuantificación a través de impulsos de entrenamiento (TRIMPS) y ii) conocer el tiempo empleado en las diferentes zonas de intensidad en función de la frecuencia cardíaca de los jugadores.

Método

Sujetos

En este estudio participaron 15 jugadores de balonmano pertenecientes a un mismo equipo que participa en la segunda categoría nacional (División de Honor Plata. RFEBM). De estos 15 jugadores, 3 eran porteros que participaron como colaboradores. Por lo tanto, la muestra quedó reducida a 12 jugadores que presentaban las siguientes características (expresada en valores medios y desviación típica): 22.82 ± 4.77 años; 184.45 ± 8.39 centímetros; 86.55 ± 21.51 kg y una experiencia como jugadores de balonmano de 14.64 ± 5.16 años. A todos ellos se les informó y solicitó su consentimiento para participar en este estudio y se respetaron el resto de indicaciones de la Declaración de Helsinki actualizadas en la Asamblea de Seúl de la WMA (World Medical Association, 2008).

Procedimiento

El estudio se realizó en la segunda mitad de la temporada, durante un período de 3 semanas consecutivas durante el mes de abril. Las condiciones de entrenamiento se repitieron de forma idéntica en las tres semanas en las que se realizaron las mediciones, es decir que todas las sesiones de evaluación se realizaron el mismo día de la semana, con el mismo horario, precedido de competición el sábado, descansando el domingo y el lunes en las tres semanas, siguiendo las recomendaciones de Drust, Waterhouse, Atkinson, Edwards, & Reilly (2005).

El estudio se llevó a cabo en el espacio habitual de entrenamiento y competición por lo que los jugadores estaban acostumbrados a las referencias del terreno de juego, así como a las tareas SSG ya que es un formato habitual de entrenamiento durante toda la temporada. Las tomas de datos se realizaron al comienzo de las sesiones de entrenamiento para que no influyese la fatiga del propio entrenamiento en los resultados obtenidos y previo a al inicio se efectuaba un calentamiento estándar para todos los jugadores de 15 minutos.

Para todas las situaciones de juego reducido se mantuvo siempre la misma distribución de jugadores, dos equipos de 3 jugadores además de un portero en cada equipo que actuaba como colaborador, al tener 12 jugadores, las mediciones se realizaron en dos turnos de 6 jugadores (3 contra 3). Los equipos estuvieron formados por los mismos jugadores durante las tres semanas.

El espacio de juego utilizado fue 12x24 metros, A este espacio se le añadió dos áreas formadas por una línea recta a 6 metros de la portería, como se muestra en la figura 1.

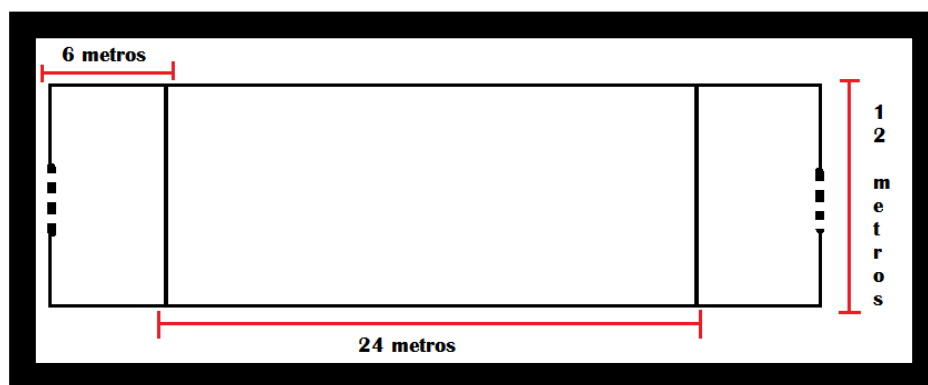


Figura 1. Representa las medidas del campo utilizadas en el estudio durante los tres formatos.

El objetivo de la tarea era la consecución del gol de la forma más rápida posible, aplicando las condiciones reglamentarias establecidas para la competición en balonmano. Se introdujeron las siguientes modificaciones para asegurar la continuidad en el juego: se distribuyeron varios balones en la parte exterior del campo para que los jugadores pudieran continuar rápidamente cada vez que el balón salía fuera (Casamichana & Castellano, 2010); también se estableció que los porteros sacaran directamente de portería después de gol y no estaba permitido el bote del balón por parte de los jugadores. Durante las SSG los entrenadores proporcionaban siempre estímulos motivacionales y positivos para mantener la intensidad siguiendo las indicaciones de Rampinini et al. (2007).

Se establecieron tres formatos distintos de trabajo en función de la distribución temporal para la situación de juego propuesta: un formato continuo de 8 minutos, otro intermitente largo dividido en 2 periodos de 4 minutos con un tiempo de recuperación de 1 minuto (Int 1), y otro intermitente corto dividido en cuatro periodos de 2 minutos cada uno con un tiempo de recuperación de 30 segundos (Int 2). En los formatos intermitentes, durante el descanso, siguiendo a Casamichana & Castellano (2010), se les permitía a los jugadores hidratarse con agua. En la tabla 1 aparecen resumidas las características de cada una de las SSG propuestas.

Tabla 1. Características de cada una de las situaciones de juego propuestas.

FORMATO DE JUEGO	Continuo	Int 1	Int 2
DURACIÓN TOTAL	8 minutos	8 minutos	8 minutos
DURACIÓN EN CADA REPETICIÓN	8 minutos	4 minutos	2 minutos
NÚMERO DE REPETICIONES	1 repetición	2 repeticiones	4 repeticiones
TIEMPO DE RECUPERACIÓN	---	1 min	30 segundos
OBJETIVOS/NORMAS	Gol / No bote	Gol/ No bote	Gol/ No bote
ESPACIO	12x24	12x24	12x24
DISTRIBUCIÓN	SSG 8 minutos	SSG 4 minutos Descanso 1 minuto SSG 4 minutos	SSG 2 minutos Descanso 30s SSG 2 minutos Descanso 30s SSG 2 minutos Descanso 30s SSG 2 min

En las SSG de 3 contra 3 establecidas se examinó la distribución de la carga interna y su variabilidad dependiendo el formato de trabajo para controlar los esfuerzos de cada uno de los jugadores evaluados mediante la utilización de la metodología de obtención de los impulsos de entrenamiento (TRIMPS) con la fórmula propuesta por Edwards (1993) basada en el porcentaje de frecuencia cardíaca máxima de los sujetos de estudio. Esta metodología asocia unos valores a unos porcentajes de frecuencia máxima que siempre serán los mismos, pero que a su vez variarán entre los jugadores según la FC máxima de estos. Los valores TRIMPS quedan establecidos como se expone en la tabla 2.

Tabla 2. Valores constantes en función del % de la frecuencia cardíaca máxima de los sujetos y fórmula para la obtención del valor TRIMPS.

Valor "K"	% FC Máxima
K=1	50-60% FCmáx
K=2	60-70% FCmáx
K=3	70-80% FCmáx
K=4	80-90% FCmáx
K=5	90-100% FCmáx

TRIMPS= min· k

Material

Las mediciones de la frecuencia cardíaca de los jugadores se realizaron utilizando el sistema "Polar Team" (Polar Team²; Polar, Kempele, Finland), que nos da información de los latidos por minuto de los jugadores de forma precisa y continua.

Análisis Estadístico

Para analizar los datos en esta investigación, se ha utilizado una ANOVA siguiendo la propuesta de Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin (2009) utilizando un intervalo de confianza del 90%. Los resultados han sido mostrados mediante la media \pm desviación típica. Además las diferencias entre variables han sido evaluadas cualitativamente de la siguiente forma (Batterham & Hopkins, 2006; Hopkins et al., 2009): <1%; Casi seguro que no, <5%; muy poco probable, <25%; poco probable, 25–75%; no probable/probable, >75%; probable, >95%; Muy probable, >99%; Casi seguro. Si la diferencia entre variables esta >75%, se considera que existen diferencias sustanciales entre ambas variables (Aughey, 2011; Jennings, Cormack, Coutts, & Aughey, 2012).

Resultados

En la tabla 3 se exponen los resultados obtenidos en referidos a cada uno de los formatos de SSG propuestos así como las diferencias estadísticas obtenidas de la comparación entre los diferentes formatos. En primer lugar se observa que el formato continuo es el que mayor carga interna ha supuesto para los jugadores con una media de 31.0 ± 1.1 TRIMPS, mientras que el régimen intermitente corto (Int 2) es el que menor exigencia física ha supuesto para ellos con 27.8 ± 1.4 TRIMPS. En una zona intermedia ha quedado el formato intermitente extenso (Int 3) que ha mostrado una carga interna de 29.1 ± 1.8 TRIMPS.

En cuanto a las diferencias observadas entre los diferentes formatos se observa que la mayor diferencia se encuentra en la comparación del régimen continuo con el intermitente corto (Int 2), que presenta una magnitud de diferencia de -3.0 ± 0.6 . La menor diferencia, aunque sí significativa, la encontramos en la comparación de los dos formatos intermitentes (Int 1 vs Int 2) que nos lleva a una magnitud de -1.3 ± 0.6 . En una zona intermedia y también con diferencias significativas, encontramos la comparación entre el formato continuo y el intermitente extenso (Int 1).

Tabla 3: Comparación de los Trimps entre los diferentes formatos de SSG (continuo, intermitente 1 e intermitente 2).

	Formato			Cont vs Int 1		Cont vs Int 2		Int 1 vs Int 2	
	Continuo	Int 1	Int 2	ES	QA	ES	QA	ES	QA
Trimps Edwards	31.0 ± 1.1	29.1 ± 1.8	27.8 ± 1.4	-1.7 ± 0.6	Casi seguro	-3.0 ± 0.6	Casi seguro	-1.3 ± 0.6	Casi seguro

Abreviaturas: Int, Intermitente; ES, Magnitud de la diferencia; QA, Valoración cualitativa

En la tabla 4 se muestran las diferencias estadísticas encontradas acerca del tiempo que pasan los jugadores en diferentes zonas de intensidad en función de la frecuencia cardíaca máxima, dependiendo el formato de SSG elegido. Se observa que en los tres formatos, el mayor tiempo empleado se encuentra en la franja de 80-90 % de la frecuencia cardíaca máxima, presentado una magnitud en el formato continuo una media de 4.6 ± 1.5 , mientras que el intermitente extenso (Int 1) y el corto (Int 2) muestran una media de 3.9 ± 0.7 y 3.5 ± 0.7 respectivamente. También se observa que los 3 formatos encuentran en la franja 50-60 % de la frecuencia cardíaca máxima, la franja con menor tiempo empleado por parte de los jugadores.

Tabla 4: Tiempo empleado en las diferentes zonas de intensidad en función de la FC máxima

Formato				Cont vs Int 1		Cont vs Int 2		Int 1 vs Int 2	
	Conti nuo	Int 1	Int 2	ES	QA	ES	QA	ES	QA
Variable									
min 50-60% Fc max	0.1 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.7 ± 1.4	Probable	0.3 ± 0.4	no probable /probable	0.0 ± 0.5	Poco probable
min 60-70% Fc max	0.5 ± 0.2	0.8 ± 0.2	1.1 ± 0.3	1.7 ± 0.8	Casi seguro	2.7 ± 0.8	Casi seguro	0.9 ± 0.5	Casi seguro
min 70-80% Fc max	1.3 ± 0.5	1.5 ± 0.5	2.0 ± 0.6	0.3 ± 0.7	no probable /probable	1.2 ± 0.9	Casi seguro	0.9 ± 0.3	Casi seguro
min 80-90% Fc max	4.6 ± 1.5	3.9 ± 0.7	3.5 ± 0.7	-0.3 ± 0.4	no probable /probable	-0.67 ± 0.2	Muy probable	-0.34 ± 0.2	Probable
min 90-100% Fc max	1.5 ± 1.1	1.4 ± 0.8	1.1 ± 0.7	-0.0 ± 0.5	Muy poco probable	-0.3 ± 0.5	no probable /probable	-0.8 ± 0.2	Probable

Abreviaturas: Int, Intermitente; ES, Magnitud de la diferencia; QA, Valoración cualitativa.

Discusión

Cuando se analizaron las variables estudiadas, y se compararon los tres tipos de formatos entre sí, se observó que existe una diferencia significativa entre los tres regímenes, lo que implica que el formato continuo presenta una mayor carga interna que ambos intermitentes fraccionados, pero a su vez, el intermitente fraccionado intenso (Int 1) también muestra una mayor carga interna que el intermitente fraccionado corto (Int 2). Esto demuestra, que la variación del formato del juego reducido (SSG) influye en la carga interna que el entrenamiento supone para los jugadores. Los mismos datos obtuvieron en su estudio Casamichana et al. (2013), que realizó un SSG de 5x5, su formato continuo fue de 16 minutos, el doble que el realizado en este estudio y un campo de juego de mayores dimensiones, aunque hay que tener en cuenta que intervenían un mayor número de jugadores que contrarrestaba esta mayor dimensión y que el objetivo era la posesión de balón, mientras que en el estudio realizado, el objetivo era la consecución del gol, lo que implicaba también la inclusión de porterías, factor importante que influye en la intensidad del juego.

Por el contrario, el estudio de Hill-Haas, et al. (2009), aunque presentó también un SSG de 5x5, obtuvo unas mayores exigencias durante el formato intermite. Esto pudo deberse a que, aunque se mantuvo el mismo número de jugadores, se empleó un terreno de juego más grande y un duración de juego mayor.

Otros estudios, demuestran que entrenamientos intermitentes llevan la mayor parte de su tiempo a una intensidad cerca del 90% de la frecuencia cardíaca de los jugadores y esto conlleva una mejora de la condición física de estos (Fanchini et al., 2011; Hoff, Wisløff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002). Esto no ocurre en formatos intermitentes de este estudio, que pasan mayor tiempo en intensidades más bajas. Esto puede deberse, a que en los estudios mencionados, se establece un formato intermitente de 4 repeticiones de 4 minutos de trabajo, más minutos de trabajo que el realizado en este estudios si se trata del intermitente corto, o más repeticiones si es el caso del extenso, por lo tanto quizás se debería de haber aumentado el tiempo de trabajo de los formatos planteados.

Por otra parte, Casamichana, Castellano, & Dellal (2013) proponen que la existencia de recuperación en el formato intermitente, puede reducir la frecuencia cardíaca en los intervalos posteriores, y esto, puede contribuir a la diferencia en las respuestas de frecuencia cardíaca con el formato continuo. Esto sugiere que las mayores respuestas de frecuencia cardíaca durante el formato continuo son debidas, probablemente, a la mayor duración del ejercicio, mientras que el formato intermitente se ve afectado tanto por el escaso tiempo de trabajo, como también por los descansos que se producen en estos formatos que impiden que se registren mayores valores de frecuencia cardíaca. Todo esto, demuestra que la manipulación de las normas, especialmente la longitud del período de trabajo, podría alterar las respuestas fisiológicas de los juegos reducidos (SSG),

Lo que sí parece claro, es que las acciones a alta intensidad son las que determinan el rendimiento en balonmano (Karcher & Buchheit, 2014) y que, aunque los jugadores estén en torno al 70% del tiempo de juego a una intensidad muy baja, la capacidad de rendir al máximo en el 30% restante es lo que marca el éxito. Dentro de ese 30%, aproximadamente un 20% los jugadores están a una intensidad moderada y el 10% restante, a alta-muy alta intensidad (Wagner et al., 2014). Según el estudio realizado por Hill-Haas, Coutts, Rowsell, & Dawson (2009), establecían que un porcentaje inferior al 80% de la frecuencia cardíaca se consideraba baja intensidad, entre el 80 - 90% se consideraba intensidad moderada y superior al 90% alta intensidad. Siguiendo estas indicaciones y basándonos en los datos obtenidos tras el

estudio se observa cómo el formato continuo es el que presenta una mayor intensidad, ya que se encuentran diferencias significativas con respecto al intermitente corto (Int 2), pero no se encuentran diferencias significativas ni sustanciales en las demás comparaciones entre regímenes, tanto en intensidad moderada de (80-90% frecuencia cardíaca máxima de los jugadores), como en la alta intensidad, es decir entre 90-100% frecuencia cardíaca máxima de los jugadores. Aunque no existan diferencias significativas, es la franja donde se emplea mayor tiempo en los tres formatos.

Lo mismo ocurría en el estudio Casamichana et al. (2013) que señaló que sus tres regímenes de entrenamiento obtuvieron valores altos de frecuencia cardíaca (87%), pero no se encontraron diferencias significativas entre los formatos. Estos valores llevan a una mejora del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de los jugadores, por lo que con cualquiera de los tres formatos utilizados en este estudio se llegaría a estos valores y este beneficio, lo que supondría un mayor rendimiento.

Por otro parte, aunque no se encuentren diferencias significativas ni sustanciales entre los formatos, se observa que la media de minutos empleado en la franja de alta intensidad, es decir entre el 90-100% de la frecuencia cardíaca, es mayor durante el formato continuo con una media de 1.5 ± 1.1 , con la lograda por los formatos intermitentes, en menor medida con el intermitente fraccionado extenso con una media de 1.4 ± 0.8 , y con un poco más de diferencia con el formato intermitente fraccionado corto con una media de 1.1 ± 0.7 . Esto puede deberse de nuevo a la distribución del tiempo, se observa que conforme se disminuye el tiempo del ejercicio, disminuye el tiempo empleado en esta zona, entrando otra vez en juego la recuperación que se realiza en los formatos intermitentes que hace que se reduzca la frecuencia cardíaca para el próximo o próximos intervalos de juego, así como el quizás escaso tiempo de trabajo en los formatos intermitentes. Esta mayor media del formato continuo en esta franja, otorga otro punto a favor del formato continuo, porque investigaciones demuestran que pasar más tiempo en la franja de 90-100% de la frecuencia cardíaca máxima, es un indicador de mejora de la resistencia específica y de la capacidad aeróbica (Impellizzeri et al., 2006).

En base a todo lo comentado anteriormente, y en vista a los resultados obtenidos, parece que el formato continuo supuso una mayor carga interna para los jugadores que los formatos intermitentes, al reportar mayores TRIMPS. En la literatura encontramos estudios, que encuentran en la cuantificación de carga interna mediante TRIMPS como un método eficaz para la planificación de la temporada y la prescripción del entrenamiento (Stagno, Thatcher, & van Someren, 2007). Un estudio de Alexiou & Coutts (2008) mostraba una correlación significativa de los TRIMPS con el Índice de Esfuerzo Percibido (RPE), otra metodología de cuantificación de carga interna de deportistas. Por lo tanto, se observa que la metodología usada en este estudio es válida y utilizada dentro de programaciones de entrenamiento. Por otro lado, esta metodología contiene algunas restricciones. En primer lugar, observamos cómo esta metodología valora realmente la carga interna fisiológica, basada en la frecuencia cardíaca, pero olvida la carga neuromuscular que imponen las acciones del balonmano (sprints, distancia recorrida, saltos, contactos, etc...) y que no quedan reflejados por la frecuencia cardíaca. Por lo tanto, la utilización de esta metodología puede causar confusión, ya que se demostró que en los formatos intermitentes se recorría una mayor distancia que el formato continuo. Concluimos, que a pesar de que los TRIMPS es una herramienta validada y eficaz, hay que tener en cuenta sus restricciones sobre todo a la hora de la programación de entrenamientos, ya que no queda reflejada en ella acciones de alto impacto neuromuscular.

Conclusión

Este estudio muestra que tanto los formatos continuos como los intermitentes de juegos reducidos (SSG), permiten a los jugadores alcanzar una moderada y alta intensidad, que se corresponden con las exigencias físicas de la competición y que les llevará a una mejora de su condición física y con ello del rendimiento. Sin embargo, el formato continuo, muestra unas diferencias significativas en cuanto a la carga interna que somete a los jugadores con respecto a los formatos intermitentes. Además, en cuanto tiempo empleado en las zonas de moderada y alta intensidad (80-100% de la frecuencia cardíaca máxima de los jugadores) es alto, lo que produce una mejora del $\text{VO}_2\text{máx}$ con cualquier formato. Por otra parte, en este estudio se ha realizado la cuantificación de carga interna que las situaciones de juego reducido suponen para los jugadores a través de la metodología propuesta por Edwards (1993). Dicha metodología, se ha comprobado que es eficaz para la planificación y programación del entrenamiento. También se detectaron limitaciones acerca de esta metodología, sobre todo a la hora de elegir la frecuencia cardíaca como indicador de intensidad. La cuantificación se ha realizado mediante una metodología basada en la frecuencia cardíaca máxima de los jugadores. Este es un factor a tener en cuenta, ya que la FC no siempre se muestra como un indicador fiable si los datos se muestran de forma aislada, por lo que sería interesante poder complementar esta información con valores de carácter biofísico.

Para concluir los resultados de este estudio pueden ayudar a los entrenadores en la programación de entrenamientos en los que utilicen los juegos reducidos como herramienta de entrenamiento.

Referencias

- Aguilar-Martínez, D.1; Chiroso, L.J.2; Martín, I.3; Chiroso, I.J.4 y Cuadrado-Reyes, J. Efecto del entrenamiento de la potencia sobre la velocidad de lanzamiento en balonmano / Effect of power training in throwing velocity in team handball. Retrieved 13 February 2016, from <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista48/artefecto323.htm>
- Alexiou, H., & Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.
- Aughey, R. J. (2011). Increased high-intensity activity in elite Australian football finals matches. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 367–379.
- BANISTER, E. W. 1991. (n.d.). *Modeling Elite Athletic Performance*. In: MACDOUGALL, J. D., WENGER, H. A. & GREEN, H. J. (eds.) *Physiological Testing of Elite Athletes* (Champaign, Illinois: Human Kinetics.).
- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(1), 50–57.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251–258. <http://doi.org/10.1055/s-0028-1105943>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615–1623. <http://doi.org/10.1080/02640414.2010.521168>
- Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small-sided soccer games: continuous vs. intermittent format. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 27(3), 690–697. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825d99dc>

- Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2005). Circadian rhythms in sports performance--an update. *Chronobiology International*, 22(1), 21–44.
- Earnest, C. P., Jurca, R., Church, T. S., Chicharro, J. L., Hoyos, J., & Lucia, A. (2004). Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 568–575. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2003.005140>
- Edwards, S. (1993). *Heart Rate Monitor Book* (Polar Electro Oy). New York.
- Fanchini, M., Azzalin, A., Castagna, C., Schena, F., McCall, A., & Impellizzeri, F. M. (2011). Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(2), 453–458. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f8a2>
- Folgado, H., Lemmink, K. A. P. M., Frencken, W., & Sampaio, J. (2014). Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Science*, 14 Suppl 1, S487–492. <http://doi.org/10.1080/17461391.2012.730060>
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., González-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2), 357–366. <http://doi.org/10.1249/01.mss.0000184586.74398.03>
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2013). Are there any differences in physical fitness and throwing velocity between national and international elite female handball players? *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 27(3), 723–732. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825fe955>
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 28(12), 3594–3618. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000564>
- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Rowsell, G. J., & Dawson, B. T. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9), 636–642. <http://doi.org/10.1055/s-0029-1220730>
- Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(3), 199–220. <http://doi.org/10.2165/11539740-000000000-00000>
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T., & Coutts, A. J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 111–115.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J., & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218–221.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181818cb278>
- Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 29(3), 835–843. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000686>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483–492. <http://doi.org/10.1055/s-2005-865839>
- Jennings, D., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 224–231.
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(6), 797–814. <http://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>

- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 34(7), 590–599. <http://doi.org/10.1055/s-0032-1329989>
- Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2014). Match performance and physiological capacity of female elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(7), 595–607. <http://doi.org/10.1055/s-0033-1358713>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659–666. <http://doi.org/10.1080/02640410600811858>
- Stagno, K. M., Thatcher, R., & van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629–634. <http://doi.org/10.1080/02640410600811817>
- Wagner, H., Orwat, M., Hinz, M., Pfusterschmied, J., Bacharach, D. W., Petelin von Duvillard, S., & Müller, E. (2014). TESTING GAME BASED PERFORMANCE IN TEAM-HANDBALL. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000580>

Referencia del artículo:



Ortega-Becerra, M.A.; Asián-Clemente, J.A.; López-Adarve, C., J.A. (2016). El uso de los impulsos de entrenamiento (TRIMPS) para cuantificar la carga de entrenamiento en situaciones reducidas en balonmano. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte* 12(1), 53-64. <http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>